ВѢСТНИКЪ ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ и ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

XIII Сем. № 156. № 12.

ПО ПОВОДУ ЗЕМЛЕТРЯСЕНІЙ.

Сообщеніе Э. К. Шпачинскаго въ засѣданіи Мат. Отд. Новороссійскаго Общества Естествоиспытателей по вопросамъ Элем. Математики и Физики 23-го октября 1892 г.

Окончаніе (*).

Вслѣдствіе изложенныхъ выше условій, всякая попытка дать объясненіе землетрясеніямъ должна по необходимости имѣть характеръ гадательный, и такъ какъ различныя гипотезы, придуманныя для такого объясненія, лежатъ внѣ возможности опытной ихъ повѣрки, то и критика таковыхъ гипотезъ можетъ быть лишь чисто умозрительной.

Съ этой точки зрѣнія я позволю себѣ обратить здѣсь ваше вниманіе на кое какія неточности и ошибки, внесенныя авторами подобныхъ гипотезъ въ толкованія различныхъ предполагаемыхъ подземныхъ процессовъ, коими могутъ, по ихъ мнѣнію, обусловливаться сейсмическія явленія **).

Начну съ наиболѣе популярнаго въ наше время объясненія землетрясеній дѣйствіемъ подпочвенныхъ водъ и водяныхъ паровъ, которое въ равной мѣрѣ прилагается и къ объясненію яв-

---

*) См. № 150 «Вѣстн. Оп. Физ.».

**) Въ № 257 «Правительственнаго Вѣстника» (отъ 25 Ноября 1892 г.) отчетъ о настоящемъ моемъ сообщеніи, составленный, вѣроятно, на основаніи замѣтокъ, появившихся въ другихъ газетахъ, озаглавленъ такъ: «*Еще гипотеза о причинахъ космическихъ процессовъ*». Это вынуждаетъ меня замѣтить, что какъ въ моемъ докладѣ, такъ и въ помѣщаемой нынѣ статьѣ, я не высказываю никакой новой «гипотезы», и что обобщеніе космическихъ процессовъ и вытекающій изъ него выводъ, какой читатели найдутъ ниже, не заключаетъ въ себѣ ничего гипотетическаго, ничего «допускаемаго», представляя, напротивъ, лишь неизбѣжное слѣдствіе давно извѣстныхъ фактовъ. *Ш.*

леній вулканическихъ. Изложеніе этой гипотезы найдете нынѣ въ любомъ учебникѣ космографіи или географіи. Одинъ изъ нихъ я захватилъ съ собою *); по немъ учатся наши дѣти, и вотъ во что, напримѣръ, они привыкаютъ *вѣрить* съ малолѣтства: «Думаютъ, что на нѣкоторой глубинѣ теплота (принадлежащая самой «землѣ) такъ велика, что вещества земного шара расплавляются, «образуя огненножидкую массу. Вода океана просачивается чрезъ «дно морское въ эти (?) гнѣзда, наполненныя раскаленной массой. «Отъ дѣйствія высокой теплоты вода здѣсь превращается въ па«ры и газы, которые, накопляясь, производятъ землетрясенія. На«конецъ, пары могутъ даже разрывать кору земную и, образовавъ «трещину, выбрасывать изъ нея раскаленную массу земли на «поверхность».

Въ такомъ представленіи—заключаются сразу двѣ ошибки, не говоря даже о всей несостоятельности допущенія огненножидкаго состоянія всего ядра земли. Чтобы рельефнѣе отмѣтить первую изъ нихъ менѣе существенную, позволю себѣ привесть здѣсь подлинныя слова довольно извѣстнаго популяризатора Фламмаріона. Въ статьѣ, помѣщенной имъ въ своемъ журналѣ: «L'Astronomie» въ 1887 году, по поводу февральскаго землетрясенія въ Лигурійскомъ побережьи, онъ говоритъ, между прочимъ: «Вода, которая «проникаетъ до этой глубины, испаряется при температурѣ, превосходящей 500^0—температурѣ выброшенныхъ на поверхность лавъ».

Изъ этихъ словъ явствуетъ, что французскій ученый, а съ нимъ вмѣстѣ и сотни другихъ популяризаторовъ и защитниковъ гипотезы просачиванія воды до глубины лавъ, не знаютъ того общеизвѣстнаго въ Россіи факта, что вода, какъ жидкость, существуетъ только между предѣлами 0^0 и 358^0 (С), каково бы ни было претерпѣваемое ею давленіе. И если увеличеніемъ давленія можно нѣсколько понизить точку таянія льда (приблизительно на $\frac{1}{130}^0$ при увеличеніи давленія на одну атмосферу), то—напротивъ—высшій предѣлъ жидкаго состоянія воды, или такъ называемая *критическая* ея *температура*, никакимъ давленіемъ не можетъ быть повышена. Вода при температурѣ хотя бы на 1^0 выше 358^0 по Цельзію существовать, какъ жидкость, не можетъ точно такъ-же какъ жидкая углекислота — при температурахъ выше 31^0, какъ обыкновенный эфиръ — при темп. выше 192^0, или чистый спиртъ —при темп. выше 263^0 и проч.

Быть можетъ, не всѣмъ присутствующимъ въ сегодняшнемъ засѣданіи извѣстенъ пріемъ непосредственнаго опредѣленія критической температуры воды. Въ виду этого, а также и по той причинѣ, что опредѣленіе это было сдѣлано, такъ сказать, на моихъ глазахъ, покойнымъ моимъ товарищемъ Александромъ Ивановичемъ Надеждинымъ, я удѣлю этому вопросу нѣсколько минутъ времени.

---

*) Краткій учебникъ географіи, *И. Янчина*, Курсъ I. Изданіе 13-ое, см. § 47.

Замѣтить при нагрѣваніи воды въ запаянныхъ трубкахъ ту температуру, при которой она обращается въ парообразное состояніе независимо отъ давленія, долго никому не удавалось по той причинѣ, что при нагрѣваніи выше 100^0 — 150^0 вода разъѣдаетъ стекло, и потому такихъ наблюденій нельзя производить съ трубками стеклянными, ибо таковыя, теряя однородность, не выдерживаютъ высокаго давленія водяныхъ паровъ и ранѣе наступленія критической температуры лопаются со взрывомъ; въ металлическихъ-же трубкахъ, вслѣдствіе ихъ непрозрачности, явленія, характеризующія критическую температуру остаются незамѣченными *). Вычисленія этой температуры на основаніи теоретическихъ соображеній, привели къ весьма разногласнымъ результатамъ; такъ, по Менделѣеву — она равна 580^0 (С), Контони — опредѣлилъ ее въ 502^0, Гирнъ—въ $706^1/^{20}$, Фанъ-деръ-Вальсъ—412^0, Гольдгаммеръ — 390^0, Кляузіусъ — $332^1/_3{}^0$ и проч.

Въ 1881 г., въ физической лабораторіи Кіевскаго университета, пріобрѣвшей почетную извѣстность въ изслѣдованіи вопроса о критическомъ состояніи жидкостей работами проф. Авенаріуса, Заіончевскаго, К. Жука и др., была предпринята попытка косвеннаго опредѣленія температуры абсолютнаго кипѣнія воды О. Страусомъ, на основаніи наблюденій такой температуры для смѣсей спирта съ эфиромъ, и спирта съ водою; не смотря на то, что послѣдней нельзя было прибавить къ спирту болѣе $50^0/_0$, (ибо смѣсь начинала сильно разъѣдать трубки), результатъ такой экстраполяціи привелъ г. Страуса къ весьма удовлетворительному, сравнительно, опредѣленію крит. температуры чистой воды, а именно къ числу 365^0—375^0 (**).

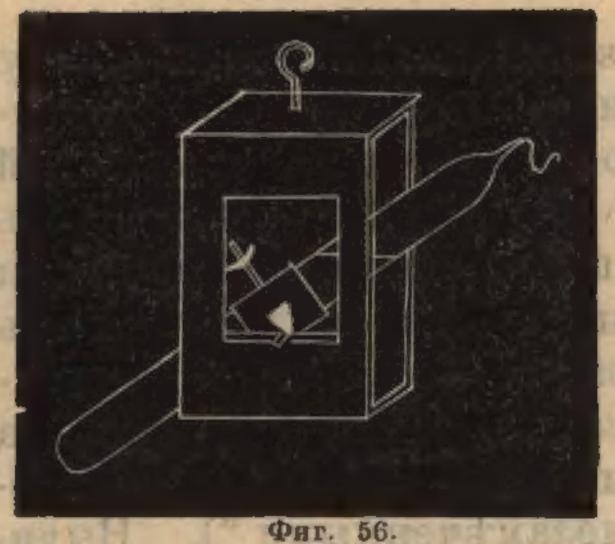
Наконецъ, въ маѣ мѣсяцѣ 1885 года, въ одномъ изъ засѣданій Кіевскаго Общества Естествоиспытателей, А. И. Надеждинъ (***) сдѣлалъ сообщеніе о результатахъ опредѣленій критической температуры воды въ металлическихъ трубкахъ по новому весьма остроумному способу, сущность котораго легко усматри-

---

*) Первая попытка опредѣлить крит. температуру воды въ стальной трубкѣ (изъ ружейнаго ствола) принадлежитъ Каньяръ-де-Лятуру. Вложивъ въ такую трубку маленькій камышекъ, наполнивъ ее до $^1/_3$ объема водою и закрывъ герметически, онъ нагрѣвалъ ее на жаровнѣ, разсчитывая наблюдать тотъ моментъ, когда камышекъ начинаетъ свободно перекатываться внутри трубки, какъ если бы она была пустая. Со спиртомъ—этотъ опытъ, сравнительно, удавался, но съ водою нѣтъ, ибо—какъ заявилъ онъ самъ — ему не удалось при столь высокой температурѣ достаточно обезпечить герметическое закрытіе трубки съ концовъ. Впослѣдствіи, онъ замѣтилъ, что стеклянныя трубки не такъ быстро разъѣдаются водою, если прибавить къ ней немного соды. Изъ всѣхъ такихъ опытовъ, Каньяръ-де-Лятуръ пришелъ лишь къ заключенію, что крит. темп. воды должна не особенно отличаться отъ температуры плавленія цинка.

**) Мои наблюденія, предпринятыя въ томъ же направленіи надъ смѣсью эфира съ водою, привели лишь къ тому заключенію, что при продолжительномъ нагрѣваніи при температурахъ, близкихъ къ 200^0, вода растворяется въ эфирѣ, образуя (вѣроятно) спиртъ.

***) Одинъ изъ наиболѣе выдающихся молодыхъ русскихъ физиковъ, безвременно скончавшійся, на 28 году жизни, 6 іюня 1886 года. См. «Некрологъ» № 1 «В. О. Ф.» стр. 16 сем. I, и «Біографическій Очеркъ» въ посмертномъ изданіи «Физическихъ изслѣдованій» А. И. Надеждина, Кіевъ, 1887 г.



Фиг. 56.

вается изъ приложеннаго здѣсь схематическаго рисунка (фиг. 56). Если при помощи обоймицы и двухъ маленькихъ призмъ сдѣлать изъ трубки нѣчто въ родѣ коромысла чувствительныхъ вѣсовъ и уравновѣсить ее такъ, чтобы, будучи пустой или наполненной однородной жидкостью, она принимала въ равновѣсіи горизонтальное положеніе, то, при наполненіи такой трубки жидкостью приблизительно до $\frac{5}{12}$ ея объема (*), она очевидно приметъ положеніе наклонное. Запаявъ или завинтивъ герметически такую трубку, можно затѣмъ подвергнуть всю систему нагрѣванію въ магнусовской воздушной ваннѣ **), слѣдя сквозь окошка за положеніемъ трубки. По мѣрѣ повышенія температуры, жидкость будетъ расширяться, не заполняя однакожъ всего объема, и вслѣдствіе разности плотостей жидкости и пара одна половина трубки все время будетъ оставаться тяжеле другой, и потому трубка будетъ сохранять наклонное положеніе. При дальнѣйшемъ повышеніи температуры, когда наконецъ будетъ достигнута критическая точка, плотности жидкости и пара уравниваются, и трубка, наполненная однороднымъ веществомъ, принимаетъ съ этого момента горизонтальное положеніе. Наоборотъ, при охлажденіи, начиная отъ темпер. ультра-критической, моментъ, характеризующійся при наблюденіяхъ появленія *мути* въ стеклянныхъ трубкахъ, здѣсь будетъ сопровождаться переходомъ трубки изъ положенія горизонтальнаго въ наклонное.

Предварительные опыты, предпринятые Надеждинымъ съ цѣлью опредѣленія степени чувствительности этого пріема, привели къ заключенію, что возможная при такихъ наблюденіяхъ ошибка въ опредѣленіи критической темп. не превышала у него $1/2^0$ (C). Затѣмъ, такъ какъ опыты съ трубками стеклянными, высеребренными изнутри, не удавались съ водою, (потому что все таки вода разъѣдала стекло и трубки лопались уже при 280^0), онъ устроилъ такой же приборъ со стальной трубкой, вызолоченной какъ

---

*) Если взять жидкости мало, не болѣе $1/3$ объема трубки, то при нагрѣваніи она вся испарится въ этомъ пространствѣ, и вся трубка будетъ наполнена парами ранѣе наступленія крит. момента. Наоборотъ, если взять жидкости много, не менѣе $1/2$ объема, то при нагрѣваніи, расширяясь, она выполнитъ всю трубку ранѣе наступленія крит. температуры.

**) Магнусовскія ванны, весьма удобныя для наблюденій надъ крит. состояніемъ жидкостей, состоятъ изъ нѣсколькихъ кубической формы ящиковъ изъ толстой жести, вкладываемыхъ одинъ въ другой, съ оставленіемъ воздушныхъ промежутковъ между стѣнками прибл. въ 1 цм. На двухъ противоположныхъ стѣнкахъ каждаго ящика имѣются стекляныя окошка. Ванна, составленная изъ 3-хъ или 4-хъ такихъ ящиковъ, даетъ возможность, при нагрѣваніи наружнаго ящика газовыми горѣлками снизу, получить весьма медленное и равномѣрное повышеніе температуры во внутреннемъ ящикѣ, гдѣ подвѣшивается испытуемая трубка и куда, сквозь пробки въ крышкахъ, проникаетъ термометръ.

внутри такъ и снаружи *), и изъ шести рядовъ наблюденій опредѣлилъ критическую температуру воды въ 358° или 358°,1 (С.). **).

Возвращаясь послѣ сдѣланнаго отступленія къ разсматриваемому здѣсь вопросу о роли быстраго испаренія воды въ сейсмическихъ и вулканическихъ процессахъ, мы должны, слѣдовательно, прійти къ тому заключенію, что если вода, въ жидкомъ видѣ, можетъ существовать только при температурахъ ниже 358°, то она не можетъ путемъ просачиванія проникнуть до той глубины, гдѣ находятся лавы, ибо темпер. послѣднихъ выше 1000°, и стало быть, если гдѣ либо и когда либо подземный взрывъ можетъ быть вызванъ быстрымъ испареніемъ воды, проникшей внутрь почвы и скопленной въ подземныхъ резервуарахъ, то при томъ лишь единственномъ условіи, когда *не вода къ лавѣ, а — наоборотъ — лава къ водѣ подошла на столько близко и внезапно,* чтобы вызвать быстрое парообразованіе со всѣми его послѣдствіями. Но такое поднятіе лавъ изнутри земли до той высоты, на которой можетъ оставаться въ почвѣ вода въ жидкомъ видѣ, необъяснимо съ точки зрѣнія нептунической гипотезы. Потому она и не выдерживаетъ критики.

Вторая ошибка въ вышеприведенномъ толкованіи вліянія подземныхъ водъ на землетрясенія, есть ошибка логическая, къ сожалѣнію, весьма распространенная. Она заключается въ допущеніи возможности просачиванія атмосферной (или морской) воды внутрь земной коры до такой глубины, изъ которой она, нагрѣвшись до соотвѣтствующей этой глубинѣ температуры, могла бы затѣмъ обратно подняться вверхъ въ видѣ паровъ. Съ физической точки зрѣнія—это абсурдъ, ничѣмъ въ сущности не отличающійся отъ такого, напримѣръ, допущенія, что кусокъ дерева, менѣе плотнаго нежели вода, можетъ подъ вліяніемъ собственнаго вѣса опуститься съ поверхности воды до дна, чтобы затѣмъ всплыть оттуда обратно на поверхность. Вѣдь если въ закрытомъ паровомъ котлѣ нѣкоторое количество воды нагрѣто уже до опредѣленной температуры и пары оказываютъ на стѣнки давленіе h, то чтобы вогнать въ тотъ-же котелъ новую порцію воды сквозь трубку, необходимо употребить давленіе *больше* h; и если вообразимъ такой котелъ зарытымъ въ землю на глубинѣ, коей соотвѣтствуетъ температура t, и предположимъ, что котелъ этотъ сообщается съ поверхностью земли вертикальною трубкой, имѣющею настолько *прочныя* стѣнки, что по всей длинѣ онѣ выдерживаютъ внѣшнее

*) Золоченіе трубки снаружи дѣлалось для уменьшенія нагара. Золоченіе внутри оказалось не особенно нужнымъ, ибо тѣ же результаты были получены Надеждинымъ и при стальной хорошо лишь полированной внутри трубкѣ.

**) Тотъ же пріемъ былъ употребленъ Надеждинымъ для опредѣленія крит. температуръ брома (304°), іода (около 400°) и азотноватой кислоты (171°), наблюденіе коихъ по обыкновенному способу невозможно вслѣдствіе непрозрачности. См. подробнѣе: «Физическія изслѣдованія» А. И. Надеждина. Также: «Критическое состояніе тѣлъ» проф. М. Авенаріуса въ № 5 «Журн. Эл. Мат.» за 188⁴/₅ учеб. г.; мою статью въ № 13 того-же журн. за тотъ-же годъ: «Новый пріемъ г. Надеждина для опредѣленія крит. температуры».

боковое давленіе, то: 1) стаціонарное состояніе такой системы возможно въ томъ лишь случаѣ, когда въ трубкѣ находится *достаточный* столбъ воды, чтобы уравновѣсить своей тяжестью давленіе h паровъ при t°; тогда трубка будетъ, такъ сказать, закупорена водою, и при неизмѣнности t° взрывъ котла становится абсолютно невозможнымъ; 2) если въ той же трубкѣ, почему бы то ни было, воды въ извѣстный моментъ окажется недостаточно для такого уравновѣшенія внутренняго давленія,—она будетъ выброшена парами наружу, трубка откроется, сквозь нее пары будутъ выходить изъ котла до тѣхъ поръ, пока вся его вода не выкипитъ и пока внутри котла не установится равновѣсіе съ наружнымъ атмосфернымъ давленіемъ. Этотъ случай, стало быть, аналогиченъ съ явленіемъ Гейзеровъ. 3) Наконецъ если воды въ трубкѣ *вдругъ* окажется слишкомъ много, и давленіе ея столба станетъ больше h, тогда излишекъ ея *долженъ* входить въ котелъ, сжимая до меньшаго объема имѣющіеся тамъ пары, превращая ихъ въ воду и увеличивая давленіе; при этомъ, очевидно, можетъ случиться, что стѣнки котла не выдержатъ такого увеличеннаго давленія и онъ лопнетъ, но не вслѣдствіе превращенія воды въ пары при t°, а наоборотъ—потому, что пары превратились въ воду, выполнившую весь объемъ котла. Короче—это будетъ *взрывъ не парового котла, а Гериковской бочки.*

Отсюда видимъ, что разъ нами принята гипотеза постоянства температуръ на извѣстной глубинѣ, мы не можемъ уже объяснить подземныхъ взрывовъ *однимъ* вліяніемъ этой температуры. Остается, слѣдовательно, одно изъ двухъ: или отказаться отъ вѣры въ такое постоянство температуры и считать возможнымъ, что на данной глубинѣ, гдѣ возможно еще существованіе и скопленіе воды, температура *вдругъ* можетъ повышаться, благодаря передвиженіямъ вверхъ расплавленныхъ лавъ, или—что подземные взрывы пещеръ и резервуаровъ съ водою обусловливаются *мгновеннымъ* увеличеніемъ въ нихъ гидростатическаго давленія. Во всякомъ случаѣ—повторяю—нептуническая гипотеза въ томъ видѣ, въ какомъ она обыкновенно излагается, должна быть признана не состоятельною.

Итакъ, не желая впадать въ противорѣчія при объясненіи землетрясеній, мы приходимъ къ неизбѣжному выводу, что непосредственной причиною ихъ можетъ быть только нѣкоторая подземная *внезапная катастрофа.* Я хочу этимъ сказать, что накопленіемъ нормальныхъ, стаціонарныхъ условій ни землетрясенія, ни вулканическія изверженія вызываемы быть не могутъ. Это не вопросъ времени, а случайности. Это во всякомъ случаѣ есть нарушеніе существовавшаго уже равновѣсія, вызванное, быть можетъ, ничтожными подчасъ, но всегда случайными причинами. Мы не можемъ, напримѣръ, поручиться, что вырывъ въ нѣкоторой мѣстности глубокій артезіанскій колодезь*), мы тѣмъ самимъ не создали искусственно

*) На мой взглядъ, теорія артезіанскихъ колодцевъ, излагаемая обыкновенно въ учебникахъ и поясняемая общеизвѣстнымъ рисункомъ, не вполнѣ пра-

одной изъ такихъ причинъ, ибо, предоставивъ выходъ наружу извѣстному количеству воды, находившейся на глубинѣ подъ нѣкоторымъ давленіемъ, мы нарушили такимъ образомъ существовавшія ранѣе условія равновѣсія, послѣдствіемъ чего можетъ быть образованіе новыхъ пустотъ, затѣмъ обвалы и пр. Въ подготовленіи такихъ причинъ наиболѣе важную роль играютъ, безъ сомнѣнія, метеорологическія явленія, и въ этомъ отношеніи вода, этотъ неутомимый нивеллировщикъ земной поверхности, должна дѣйствительно быть главнымъ факторомъ такихъ нарушеній равновѣсія.

Къ чему же въ общемъ итогѣ сводятся всѣ тѣ катастрофы, кои обнаруживаются землетрясеніями? Мы знаемъ, что онѣ могутъ быть крайне разнообразны: сдвиги земныхъ пластовъ, трещины, обвалы подземныхъ пещеръ, поднятіе расплавленныхъ лавъ и вызванное этимъ повышеніе температуры и давленія, подпочвенныя химическія реакціи, способныя тоже стать временнымъ источникомъ тепла, внезапныя увеличенія давленія, или уменьшенія сопротивленія, и пр. пр. Каждая изъ этихъ причинъ отдѣльно взятая можетъ обусловливать землетрясенія, тѣмъ не менѣе всѣ онѣ сводятся къ одному общему космическому явленію — стремленію къ устойчивости равновѣсія подъ вліяніемъ тяготѣнія. Вся космическая жизнь нашей планеты, съ того момента, когда она стала обособленнымъ небеснымъ тѣломъ, и понынѣ, есть ни что иное, какъ сортировка всѣхъ ея составныхъ элементовъ по плотностямъ подъ вліяніемъ силы тяготѣнія, какъ борьба неорганической матеріи, (поддерживаемая постояннымъ вмѣшательствомъ силъ внѣшнихъ) изъ за наиболѣе, такъ сказать, покойнаго мѣста, т. е. изъ за мѣста наиболѣе близкаго къ центру земли. Это паденіе къ центру, давшее ядру земли его высокую температуру, не окончилось и до сихъ поръ: все, что тяжеле—падаетъ внизъ, все, что легче—вытѣсняется вверхъ, и къ этимъ перемѣщеніямъ сводятся въ сущности всѣ геологическіе и метеорологическіе процессы. Всякое обратное перемѣщеніе, т. е. удаленіе тѣлъ болѣе плотныхъ отъ центра и проникновеніе внутрь тѣлъ менѣе плотныхъ, какъ ненормальное, можетъ быть, очевидно, вызвано лишь вмѣшательствомъ другихъ, внѣшнихъ силъ. Въ предѣлѣ, однакожъ, этотъ непрерывный круговоротъ, совершающійся еще въ поверхностныхъ частяхъ земного шара, но—вѣроятно — давно законченный въ центральной его части *), долженъ разрѣшиться относи-

---

вильна и не даетъ ученикамъ надлежащаго понятія о причинѣ поднятія воды въ буровой скважинѣ, потому что вся эта теорія построена на аналогіи съ поднятіемъ жидкости до одинаковаго уровня въ двухъ сообщающихся сосудахъ; между тѣмъ возможны случаи, когда артезіанскіе колодцы напоминаютъ собою скорѣе «Гіероновъ шаръ», или рукавъ пожарной трубы, т. е. когда вода, будетъ приподнята въ скважинѣ тѣмъ давленіемъ, какое вообще существуетъ на глубинѣ дна. Не слѣдуетъ пріучать учениковъ думать, будто вода, находящаяся на нѣкоторой глубинѣ въ почвѣ, можетъ быть сжата *только* давленіемъ воды, вышележащей, и ничѣмъ другимъ.

*) Нѣтъ основаній предполагать, чтобы наиболѣе плотные изъ составныхъ элементовъ, скопленные однажды въ центрѣ, могли оттуда обратно перемѣститься къ периферіи; отсюда дѣлается вѣроятнымъ допущеніе, что: 1) цен-

тельнымъ покоемъ всѣхъ составныхъ частей земного шара, такъ сказать, космическою смертію, которой, повидимому, достигъ уже нашъ спутникъ, не имѣющій болѣе газообразной оболочки, ни жидкой воды, не опасающійся уже никакихъ взрывовъ и потрясеній. Переживъ когда то давно ту фазу бурной сортировки элементовъ по плотностямъ и грандіозныхъ химическихъ соединеній, какую переживаетъ теперь на нашихъ глазахъ солнце, земля наша, находящаяся нынѣ въ періодѣ медленнаго охлажденія и дальнѣйшаго уплотненія путомъ катастрофъ, недуержимо стремится подъ вліяніемъ тяготѣнія превратиться въ такой-же космическій трупъ какъ луна.

Съ такой точки зрѣнія—землетрясенія представляются намъ однимъ изъ проявленій жизнедѣятельности нашей планеты.

ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЙ,

ЕГО ЖИЗНЬ и НАУЧНАЯ ДѢЯТЕЛЬНОСТЬ.

Критико-біографическій очеркъ

О. Пергамента.

(Продолженіе) *).

Исторія открытія солнечныхъ пятенъ представляетъ также любопытную страницу изъ жизни великаго астронома. Можно въ настоящее время считать почти доказаннымъ, что честь перваго открытія солнечныхъ пятенъ принадлежитъ голландцу Фабриціусу [1]), но не говоря уже о томъ, что Галилей совершенно независимо отъ этого послѣдняго пришелъ къ тѣмъ же результатамъ, ему безусловно принадлежитъ честь примѣненія этого открытія къ доказательству вращенія солнца вокругъ своей оси. Этотъ новый фактъ нанесъ смертельный ударъ Птоломеевской теоріи, какъ находящійся въ прямомъ противорѣчіи съ геоцентрической системой. Это открытіе вовлекло его въ чрезвычайно непріятную полемику съ Шейнеромъ, предъявлявшимъ также права на честь наблюденія солнечныхъ пятенъ. Къ этому времени относится его поѣздка въ Римъ, пребываніе въ которомъ не имѣло никакихъ послѣдствій, благодаря сдержанному поведенію Галилея.

По возвращеніи его Флоренцію. Галилей вскорѣ издалъ зна-

тральныя части земли достигли давно положенія относительнаго покоя и 2) что въ этихъ областяхъ могутъ быть скоплены и такіе даже изъ наиболѣе тяжелыхъ элементовъ, какихъ на поверхности земли мы не находимъ. — Первое изъ этихъ допущеній поддерживается еще тѣмъ соображеніемъ, что, принимая температуру ядра земли очень высокою, мы не должны его воображать ни твердымъ, ни жидкимъ, а скорѣе всего—въ состояніи *ультра-критическомъ* (т. е. въ такомъ, въ какомъ, напримѣръ, находится вода при темпер. больше 358°) Таково же должно быть и состояніе центральныхъ частей солнца.

*) См. «Вѣстникъ Оп. Физики» № 154, стр. 197.

[1]) August Heller, Geschichte der Physik, Stuttgart 1882, Bd. I, S. 352.

менитый трактатъ свой подъ заглавіемъ «Discorso al Serenissimo D. Cosimo II Gran Duca di Toscana intorno alle cose che stanno in su l'acqua o che in quella si muovano» (разговоръ о тѣлахъ, движущихся въ водѣ или плавающихъ на ея поверхности). Изъ этого сочиненія видно, что Галилей ясно понималъ свойства жидкостей и разъяснилъ много явленій, невѣрно объясненныхъ Аристотелемъ. Сочиненіе это вызвало новое безпокойство въ лагерѣ его противниковъ. Одинъ изъ этихъ послѣднихъ, монахъ Сици, издалъ въ 1611 году сочиненіе, въ которомъ, не рѣшаясь состязаться съ Галилеемъ на почвѣ научныхъ воззрѣній, уличалъ его ученіе въ несогласіи со Священнымъ Писаніемъ. Утомленный постоянной полемикой, успокаиваемый Кеплеромъ, не совѣтовавшимъ ему вдаваться въ литературную войну со всякими противниками, и княземъ Чези, предсѣдателемъ Линчейской академіи, который удерживалъ его отъ гласнаго выраженія своихъ астрономическихъ убѣжденій, а также разсчитывая на прочность своего положенія, Галилей не отозвался ни на произведеніе Сици, ни на цѣлый рядъ отовсюду сыпавшихся полемическихъ статей. Видя его спокойствіе, противники не остановились и передъ публичнымъ скандаломъ для уязвленія опаснаго врага. Одинъ изъ нихъ, каноникъ Флорентинскаго собора, монахъ доминиканскаго ордена, Каччини, выбралъ темой проповѣди, прочитанной въ 1614 году, текстъ изъ апостольскихъ дѣяній: viri Galilaei, quid statis adspicientes in coelum (мужи Галилейскіе, что стоите зряще на небо). Давая произвольное толкованіе случайному совпаденію созвучій и словъ текста Св. Писанія съ впечатлѣніями, производимыми открытіями Галилея, и указывая на эту случайность, какъ на перстъ Божій, хитрый проповѣдникъ съ проклятіями сталъ громить суетное любопытство людей, увлекающихся лжемудрствованіями математиковъ, доказывая, что математика есть наука дьявольская, и что философы, изучающіе ее, какъ виновники всѣхъ ересей, должны быть изгоняемы изъ всѣхъ христіанскихъ странъ. Галилей хотѣлъ требовать удовлетворенія у церковнаго начальства, но князь Чези убѣдилъ его оставаться стороной въ дѣлѣ спора о Коперниканской системѣ. Тѣмъ не менѣе Галилей въ цѣломъ рядѣ писемъ (адрессованныхъ между прочимъ и великой герцогинѣ Тосканской, Христинѣ — 1615 г.) пытался примирить текстъ Св. Писанія съ новыми взглядами на систему мірозданья. Такое толкованіе, помимо своего еретическаго направленія, еще и потому возбудило его враговъ, что они въ этомъ увидѣли нарушеніе своего права—объяснять текстъ Св. Писанія. Предвидя опасность отъ столкновенія съ іезуитами, Галилей отправился въ декабрѣ 1615 года вторично въ Римъ. Здѣсь отнеслись къ нему съ прежнимъ расположеніемъ; «святая конгрегація», взявшаяся за разслѣдованіе дѣла по доносу монаха Лорини, не нашла возможнымъ принять какія бы то ни было мѣры по отношенію къ Галилею; относительно же двухъ предложеній, заимствованныхъ изъ трактата Галилея о солнечныхъ пятнахъ, а именно что: 1) солнце центръ мірозданія и не перемѣщается, и 2) земля не есть центръ мірозданія и

не неподвижна, а движется, совершая суточное вращеніе вокругъ собственной оси, постановили слѣдующее: первое предложеніе нелѣпо и формально еретично; второе, хотя и столь же нелѣпое съ философской точки зрѣнія, можетъ быть разсматриваемо, какъ заблужденіе вѣры [1]). Такимъ образомъ, Галилею было недвусмысленно объявлено, что къ системѣ Коперника можно относиться только какъ къ гипотезѣ. Галилей подчинился безъ противорѣчія. Его отношенія къ римской куріи поэтому нисколько не перемѣнились.

Если не считать работы, написанной Галилеемъ, во время своего пребыванія въ Римѣ, объ отливахъ и приливахъ, работы, не имѣющей серьезнаго значенія, то въ теченіе 7 лѣтъ, до 1618 года, онъ благоразумно воздерживался отъ всякаго писанія, не желая издавать своихъ работъ въ изуродованномъ видѣ. Появленіе въ августѣ мѣсяцѣ 1618 года трехъ кометъ вывело, наконецъ, Галилея изъ продолжительнаго молчанія. Іезуитъ Грасси опубликовалъ объясненіе этого астрономическаго явленія. Друзья Галилея стали побуждать его высказаться также по этому поводу. Не желая вступать на скользкую почву, Галилей поручилъ пріятелю и ученику своему Марію Джудуччи (Giuducci) опровергнуть возрѣнія Грасси. Этотъ послѣдній легко догадался, кто водилъ перомъ Марія и выпустилъ памфлетъ, въ которомъ нападалъ на Галилея, обвиняя его въ защитѣ Коперниканскихъ воззрѣній. Поставленный такимъ образомъ въ необходимость отвѣчать Галилей издалъ своего знаменитаго «Il saggiatore» (испытатель), котораго по справедливости считаютъ неподражаемымъ образцомъ классической прозы[2]).

Въ это время (1623 г.) скончался папа Григорій X, и на престолъ Св. Петра былъ возведенъ подъ именемъ Урбана VIII кардиналъ Маффео Барберини, близкій другъ и покровитель Галилея. Этотъ послѣдній, лелѣя надежду на отмѣну прежняго приговора святой конгрегаціи, поспѣшилъ въ Римъ, чтобы представиться новому папѣ. Урбанъ VIII принялъ его чрезвычайно милостиво, осыпалъ подарками, но къ Коперниканской системѣ отнесся формально враждебно. Тѣмъ не менѣе Галилей счелъ время наиболѣе подходящимъ для опубликованія давно задуманной работы: «Dialogo sopra idue massimi sistemi Tolemaico e'Copernicano» (Разговоръ о двухъ величайшихъ системахъ—Птоломеевой и Коперниканской). Сочиненіе это написано въ формѣ разговора, который ведется между тремя собесѣдниками. Одинъ изъ нихъ, Сальвіати—восторженный поклонникъ и защитникъ Коперниканской системы; дру-

[1]) August Heller, Geschichte der Physik, Bd. I, S. 355. Stuttgart. 1882.

[2]) Галилею приходилось выслушивать между прочимъ слѣдующія возраженія: животныя двигаются, такъ какъ имѣютъ члены; земля члеповъ не имѣетъ, а потому и не движется. Еслибы она даже имѣла члены, то быстрое движеніе ее скоро бы утомило, и она была бы принуждена отдохнуть.—Извѣстно, что на каждой планетѣ находится ангелъ, исключительно обязанный приводить ее въ движеніе; гдѣ же могъ бы находиться такой двигатель земли? Если на поверхности — мы бъ его видѣли; если же въ центрѣ, то тамъ, какъ извѣстно, обитаютъ злые духи.

гой, Сагрэдо—образованный дилеттантъ; третій, Симпличіо—представитель строго перипатетической философіи.

Рукопись свою Галилей собственнолично привезъ въ Римъ, чтобы испросить разрѣшенія духовной цензуры. Эта послѣдняя дала свое «imprimatur» послѣ нѣкоторыхъ сдѣланныхъ сокращеній. Вернувшись во Флоренцію, Галилей получилъ отъ своего пріятеля Кастелли письмо, въ которомъ онъ ему совѣтовалъ напечатать свою работу во Флоренціи. Галилею по многимъ причинамъ (свирѣпствовавшая въ сѣверной части Тосканы чума затрудняла сообщенія съ Римомъ) согласился съ этимъ совѣтомъ и вытребовалъ свою рукопись обратно. Такъ какъ ему нужно было получить новое разрѣшеніе отъ мѣстной цензуры, то желая, чтобы сочиненіе прошло безъ пропусковъ и измѣненій, онъ приписалъ къ нему «обращеніе къ читателю», въ которомъ съ чрезвычайнымъ сарказмомъ и крайней двусмысленностью говоритъ о причинахъ, побудившихъ его къ изданію своихъ разговоровъ. Флорентинскіе цензоры, прочитавъ это предисловіе, обманулись его неискренностью, прикрываемою покровомъ религіознаго рвенія,—и въ первыхъ числахъ января 1632 года рукопись Галилея вышла изъ печати. Успѣхъ, вызванный этимъ сочиненіемъ, былъ чрезвычайный. Но и личные враги его не дремали. Усиліями Грасси и Шейнера, а также благодаря тому, что приближеннымъ Урбана VIII удалось убѣдить его, что въ простякѣ Симпличіо выведенъ онъ самъ, Галилей былъ привлеченъ къ инквизиціонному суду; изъ пунктовъ обвиненія главнѣйшими были слѣдующіе: что 1) Галилей нарушилъ данное имъ обязательство относиться къ системѣ Коперника только какъ къ гипотезѣ; 2) онъ поручилъ защиту Птоломеевой системѣ слабоумному защитнику; 3) онъ обманулъ бдительность духовной цензуры; 4) онъ въ вопросѣ о пониманіи геометрическихъ предложеній допустилъ равенство человѣческаго и божественнаго разума. Мы не будемъ здѣсь входить въ подробное изложеніе процесса Галилея, — этой печальной страницы изъ исторіи борьбы человѣческаго прогресса съ невѣжествомъ и предвзятымъ отношеніемъ личной вражды [1]). Послѣ цѣлаго ряда нравственныхъ терзаній, 70-и лѣтній старецъ долженъ былъ публично, стоя на колѣняхъ, въ одной рубахѣ выслушать позорный приговоръ и торжественно произнести отреченіе отъ ученія о движеніи земли, какъ ложнаго, еретическаго и противнаго духу Св. Писанія. Онъ долженъ былъ подписать это отреченіе, вынужденное у него страхомъ быть наказаннмъ по правиламъ инквизиціи. Горько было безсмертному философу отречься отъ своихъ убѣжденій, лелѣянныхъ цѣлую жизнь; но исходъ былъ одинъ. Только совершенная покорность требованіямъ римской инквизиціи спасла его отъ

---

[1]) Желающихъ познакомиться съ частностями этого процесса мы позволимъ себѣ отослать къ слѣдующимъ источникамъ: 1) *Gebler*, Galileo Galilei und die Römiscle Curie, Stuttgart 1876; 2) *Bertrand*, les fondateurs de l'astronomie moderne; 3) *Parchappe*, Galilée, sa vie, ses decouvertes et ses travaux, Paris 1866; 4) Ассоновъ, op. cit. и. т. д.

участи Джіордано Бруно, Оливы, члена академіи дэль Чимэнто, физика Янсинуса и многихъ другихъ.

Часто упрекаютъ Галилея за то, что онъ не выказалъ во время своего процесса такой твердости, какъ Джіордано Бруно; что онъ съ готовностью отказался отъ убѣжденій, купленныхъ цѣною продолжительной трудовой жизни, и что онъ поступилъ бы какъ мученикъ, еслибы дѣйствительно произнесъ свое «e pur si muove» вмѣсто своего отреченія. «Еслибы, говоритъ Брюстеръ въ жизнеописаніи Ньютона, Галилей присоединилъ къ своему великому уму смѣлость мученика; еслибы онъ бросилъ свой негодующій взоръ на судей своихъ и, поднявъ руки къ небу, призвалъ Бога живаго во свидѣтели истины и непреложности своихъ мнѣній, то изувѣрство враговъ его было бы обезоружено, и наука отпраздновала бы свой достопамятный тріумфъ».

Намъ кажется такой взглядъ неправильнымъ. Не одна только смерть за убѣжденія дастъ право на эпитетъ «мученика науки». Кеплеръ не былъ казненъ за распространеніе своихъ открытій, а умеръ отъ притѣсненій въ крайней бѣдности; его однако единогласно причисляютъ къ мученикамъ науки. Нравственныя, а быть можетъ и физическія пытки, которымъ былъ подвергнутъ Галилей, даютъ ему право на мученическій вѣнецъ. Да и какая была бы польза для науки, еслибы Галилей, подобно Джіордано Бруно, сгорѣлъ на кострѣ. Это была бы для нея величайшая потеря: она лишилась бы одного изъ великихъ твореній знаменитаго философа, написаннаго имъ послѣ осужденія, творенія, которымъ будетъ вѣчно гордиться человѣчество!

По окончаніи суда, Галилею, благодаря просьбамъ тосканскаго посланника, было разрѣшено поселиться въ Арчетри, мѣстечкѣ близъ Флоренціи. Занимаясь здѣсь астрономическими изслѣдованіями, онъ вскорѣ потерялъ зрѣніе отъ воспаленія глазъ и, не смотря на это величайшее несчастіе, все еще продолжалъ трудиться. Здѣсь онъ обработалъ и написалъ свое знаменитое изслѣдованіе о началахъ динамики «Discorsi e dimostrazioni...», которое по значенію своему можетъ быть сравнено только съ „Началами“ Ньютона; здѣсь же онъ старался примѣнить на дѣлѣ давно гнѣздившуюся въ немъ мысль объ употребленіи маятника въ дѣлѣ измѣренія времени. Съ этою цѣлью онъ, уже слѣпой, обратился къ изученію теоріи маятника и съ точностью описалъ механизмъ, способный поддерживать движеніе и сообщать его стрѣлкамъ. Сынъ его, будучи порядочнымъ механикомъ, осуществилъ мысль отца на опытѣ, построивъ первые стѣнные часы съ маятникомъ[1]).

Несмотря на преклонныя лѣта, а отчасти и упадокъ духа отъ перенесенныхъ несчастій, Галилей все же не оставлялъ переписки съ своими друзьями и учениками, продолжая поддерживать въ нихъ любовь и интересъ къ научнымъ изслѣдованіямъ.

---

[1]) Въ Парижѣ въ консерваторіи искусствъ и ремеслъ имѣются часы, устроенные на основаніи указаній, сообщенныхъ Галилеемъ ученику своему, Вивіани.

Трудно представить себѣ все разнообразіе и плодотворность ученой дѣятельности Галилея; она обнимала собой чуть ли не всѣ отрасли современнаго ему естествознанія: физику, механику, астрономію, математику. Но мы еще болѣе удивлялись бы знаменитому философу, если бы до насъ дошли всѣ его сочиненія по этимъ отраслямъ знаній. Многія изъ нихъ затеряны, многія были уничтожены инквизиціей. Самъ Галилей не очень заботился объ изданіи своихъ рукописей, и мы видѣли, что отъ несвоевременности ихъ изданія у него часто возбуждались процессы и препирательства съ завистниками и даже похитителями его трудовъ.

Не было бы конца, замѣчаетъ Араго[1]), если бы мы вздумали разбирать всѣ письма безсмертнаго философа, которыя на каждомъ шагу блещутъ такими геніальными мыслями, которыя подтвердились лишь въ новѣйшее время, два вѣка послѣ его смерти. Орлиный взоръ его проникалъ далеко за задачи своего времени и предвидѣлъ будущія судьбы науки на разстояніи цѣлыхъ столѣтій. Идеи Галилея о явленіяхъ звука предупредили опыты Хладни и Савара надъ линіями узловъ; объясненія его музыкальныхъ тоновъ согласны съ новѣйшими; занимаясь опредѣленіемъ погрѣшностей и разыскиваніемъ ихъ вліянія на результаты наблюденій, онъ едва не открылъ теоріи вѣроятностей и во всякомъ случаѣ положилъ ей начало[2]). Его наблюденія надъ движеніями звѣздъ съ цѣлью доказать вращеніе земли, едва не привели его къ открытію аберраціи свѣта,—открытію, прославившему имя Брадлея два вѣка спустя. Ему принадлежитъ мысль объ опредѣленіи годичнаго параллакса звѣздъ; онъ угадалъ, что въ пространствѣ между Сатурномъ и неподвижными звѣздами существуютъ невидимыя планеты, что подтвердили открытія Урана и Нептуна. Онъ изучилъ свойства лучистаго тепла; онъ не вѣрилъ въ мгновенное распространеніе свѣта и надѣялся опредѣлить скорость его опытомъ именно на тѣхъ же началахъ, на которыхъ это было осуществлено лишь въ наше время Физо. Вотъ вопросы, занимавшіе умъ Галилея, и многія изъ его свѣтлыхъ идей, быть можетъ, были бы осуществлены, еслибы неблагопріятныя обстоятельства не стѣснили полета его генія.

Между тѣмъ крѣпкій организмъ знаменитаго старца сталъ уступать вліянію болѣзней, явившихся результатомъ чрезмѣрныхъ трудовъ и нравственныхъ потрясеній. Къ тому же въ 1634 г. умерла его любимая дочь. Четыре года спустя разслабленному старцу какъ неопасному уже противнику, разрѣшили переселиться во Флоренцію, гдѣ ему дозволено было выходить изъ дому только въ Четвергъ, Пятницу и Субботу страстной недѣли и въ первый день Пасхи. Въ ноябрѣ 1641 года у него сдѣлался чрезвычайно сильный припадокъ. Походя болѣе на трупъ, нежели на живое существо, когда всякій другой жадно ждалъ бы наступленія вѣчнаго отдыха, за два мѣсяца до смерти, Галилей разсуждаетъ еще

---

[1]) *Arago*, Oeuvres completes, Paris 1855. T. III. p. 291.
[2]) Ср. выше стр. 204, Прим. 2.

съ Торичелли о физическихъ вопросахъ, передавая ему глубокія мысли свои и осѣняя его послѣдней вспышкой угасающаго генія. Наконецъ, 8 января 1642 года, въ годъ рожденія Ньютона, смерть положила конецъ земному поприщу его, исполненному стольких превратностей.

Но и послѣ смерти враги его преслѣдовали прахъ уже обезоруженнаго старца, и только въ 1737 году святая церковь разрѣшила воздвинуть памятникъ надъ мѣстомъ вѣчнаго отдыха того, кого такъ удачно назвалъ Байронъ «властителемъ звѣздъ и другомъ печали»[1]).

О. Пергаментъ.

ОТКРЫТІЯ И ИЗОБРѢТЕНІЯ.

Новая система усмиренія морскихъ волнъ. Много разъ уже описывалось въ научныхъ изданіяхъ волноусмиряющее дѣйствіе маслянистыхъ жидкостей, расплывающихся по поверхности бушующаго моря тончайшимъ слоемъ, превращающимъ пѣнящіеся буруны въ ровныя отлогія волны. Въ Киберонѣ, узкомъ полуостровѣ прежней Бретани, принадлежащемъ теперь къ Морбиланскому департаменту, производились на дняхъ опыты съ волноусмиряющимъ дѣйствіемъ тонкихъ сѣтей. Брошенная на поверхность волновавшагося моря сѣтка съ поплавками, не дававшими ей погрузиться въ воду, произвела на волны совершенно такое же дѣйствіе, какъ и слой масла. Вѣтеръ скользилъ по ней, какъ скользитъ онъ по маслянистой жидкости, и покрытая сѣткой площадь воды становилась почти гладкою, тогда какъ вокругъ нея море продолжало бушевать съ прежнею силою. Этотъ новый опытъ представляетъ, во всякомъ случаѣ, немаловажный интересъ и заслуживаетъ полнаго вниманія. Употребленная для опытовъ въ Киберонѣ сѣтка имѣла до пятисотъ квадратныхъ саженъ и состояла изъ мелкихъ петель, представляющихъ для вѣтра почти сплошную поверхность мокрыхъ волоконъ, вполнѣ замѣнявшихъ масло. Преимущество этого способа усмиренія волнъ заключается въ томъ, что употребляемыя для этой цѣли растительныя масла или животный жиръ расходуются безвозвратно, тогда какъ одна и та же сѣтка можетъ служить для усмиренія бури неопредѣленное число лѣтъ. Остается изобрѣсти снарядъ, при помощи котораго сѣть могла бы выбрасываться въ море на извѣстныя разстояніе Способность укрощать морскія бури, какъ видно изъ произведенныхъ въ Киберонѣ опытовъ, не составляетъ исключительнаго

---

[1]) Галилей похороненъ въ церкви Санто Кроче, усыпательницѣ великихъ мужей Флоренціи. Но церковное осужденіе, тяготѣвшее надъ ученіемъ Галилея, прекратилось лишь въ 1835 году, когда римская цензура сочла, наконецъ, возможнымъ исключить знаменитый Діалогъ о системахъ міра изъ «Index Expurgatorius», т. е. списка запрещенныхъ книгъ».

свойства маслянистыхъ жидкостей. Всякія органическія или неорганическія вещества, плавающія на поверхности воды сплошными массами, производятъ то же дѣйствіе, и въ такой же мѣрѣ можетъ задерживать образованіе буруновъ и тонкая сѣть.

П. П.

Усовершенствованные часы г. Прохорова *) отличаются отъ обыкновенныхъ часовъ съ качающимся маятникомъ слѣд. особенностями. 1) Маятникъ продолженъ выше точки привѣса; продолженный конецъ разѣтвленъ вилообразно на двѣ части, снабженныя на концахъ рычажными храпками, поворачивающими при каждомъ качаніи маятника колесо. 2) Подъ маятникомъ, въ плоскости его качаній, расположено ударное колесо, снабженное лопастями и приводимое въ движеніе гирями или пружиной при посредствѣ нѣсколькихъ зубчатокъ; при вращеніи колеса каждая изъ лопастей ударяетъ о свободный конецъ маятника и сообщаетъ ему размахъ опредѣленной амплитуды. Удары эти производятся разъ въ минуту и притомъ такъ, что направленіе удара всегда совпадаетъ съ направленіемъ движенія маятника. Часы эти заводятся разъ въ годъ и значительно экономичнѣе обыкновенныхъ, такъ какъ при одинаковомъ вѣсѣ гирь и числѣ зубчатыхъ передачъ работаютъ однимъ заводомъ гораздо дольше. Обусловливается же это слѣд. преимуществами часовъ г. Прохорова надъ обыкновенными часами: 1) точка приложенія силы, поддерживающей амплитуду колебаній маятника, находится у нижняго конца, 2) направленіе силы совпадаетъ съ направленіемъ движенія маятника, 3) толчки сообщаются маятнику не за каждымъ его качаніемъ, а черезъ извѣстные промежутки времени, вслѣдствіе чего уменьшена потеря живой силы отъ частыхъ остановокъ ходового колеса и сотрясенія маятника. Не малое преимущество часовъ г. Прохорова надъ обыкновенными составляетъ также отсутствіе стука при ходѣ ихъ. Стоимость этихъ часовъ не превыситъ стоимости обыкновенныхъ столовыхъ часовъ.

В. Г.

ЗАДАЧИ.

№ 429. Дана трапеція ABCD, коей меньшая изъ параллельныхъ сторонъ есть BC. Проведемъ внутри ея двѣ параллельныя прямыя BE и CF, пересѣкающія сторону AD въ точкахъ E и F и діагонали AC и BD соотвѣтственно въ точкахъ G и H. Назовемъ черезъ J точку пересѣченія діагоналей. Требуется доказать, что площадь пятиугольника EGJHF равна суммѣ площадей трехъ треугольниковъ: AGB+BJC+CHD. (Заимств.). *Ш.*

---

*) Электрическіе часы г. Прохорова были описаны въ № 82. «Вѣстника Оп. Физики» за VII сем. стр. 197.

№ 430. Показать, что сумма квадратовъ трехъ соотвѣтственныхъ терціанъ треугольника отличается отъ суммы квадратовъ трехъ его медіанъ на $^1/_{36}$ суммы квадратовъ трехъ его сторонъ *).

В. Г (Одесса).

№ 431. Показать, что сумма квадратовъ трехъ соотвѣтственныхъ терціанъ треугольника относится къ суммѣ квадратовъ его сторонъ, какъ 7: 9. *).

В. Г. (Одесса).

№ 432. Разложить на множители $a^3 + b^3 - c^3 + 3abc$.

Н. Николаевъ (Пенза).

№ 433. Шаръ наполненъ угольной кислотой и парами воды, давленіе которыхъ равно f; вѣсъ смѣси равенъ p, а упругость ея h.—Вычислить вѣсъ x угольной кислоты, которая наполнила-бы тотъ-же шаръ при тѣхъ же условіяхъ давленія и температуры.

(Заимств.). *П. П.* (Одесса).

РѢШЕНІЯ ЗАДАЧЪ.

№ 547 (1 сер.). Даны двѣ непересѣкающіяся окружности C и C_1 и между ними прямая MN. Построить равносторонній треугольникъ такъ, чтобы его высота совпадала съ MN а обѣ вершины при основаніи лежали на данныхъ окружностяхъ C и C_1.

Если окружность C_2, симметричная окружности C относительно прямой MN, пересѣкаетъ C_1 въ точкахъ A и B, то прямыя AA′ и BB′, гдѣ A′ и B′ суть точки пересѣченія перпендикуляровъ, опущенныхъ изъ A и B на MN, съ окружностью C, служатъ каждая основаніемъ искомаго равносторонняго треугольника. Доказательство и условія возможности задачи очевидны.

А. Шлж. (Кіевъ); *М. В.* (Воронежъ).

№ 148 (2 сер.). Черезъ данную точку A провести сѣкущую, опредѣляющую въ двухъ данныхъ окружностяхъ двѣ равныя хорды.

Пусть O и O_1 центры данныхъ окружностей и искомая сѣкущая AEDCB (ED хорда окружности O, а CB—окружности O_1; ED=CB). Перенесемъ окружность O, такъ, чтобы центръ O_1 передвинулся по прямой, параллельной AB и чтобы равныя хорды совпали. Пусть O_1 упадетъ въ O_2. Проведемъ къ окружности O_2 касательную AH, а къ O—касательную AG. Очевидно, AG=AH. Строимъ отдѣльно $\triangle AO_2H$ (по двумъ катетамъ AH=AG и $O_2H=$ $=O_1B$) и опредѣляемъ AO_2. Затѣмъ изъ A радіусомъ AO_2 опишемъ окружность и, такъ какъ $\angle O_1O_2O=90^0$, то окружность, описанная на O_1O какъ на діаметрѣ, встрѣтитъ окружность A въ точ-

---

*) *Терціанами* станемъ называть прямыя, соединяющія вершину треугольника съ точками, въ которыхъ противоположная сторона дѣлится на 3 равныя части. См. зад. № 420 въ № 154 «Вѣстника Оп. Физики».

къ O_2. Остается изъ O_2 радіусомъ O_1B описать дугу, встрѣчающую окружность O въ точкахъ E и D. Если K средина прямой OO_1, то условіе возможности будетъ $AK \leqq OK + AG$ и $OD - O_1B < O_2O$.

П. Свѣшниковъ (Троицкъ); *В. Россовская* (Курскъ).

№ 170 (2 сер.) Даны точки A, B и C. Черезъ точку A провести между B и C прямую такъ, чтобы разность квадратовъ разстояній этой прямой отъ точекъ B и C была равна квадрату данной прямой *к*.

Легко видѣть, что задача можетъ имѣть только одно рѣшеніе. Въ самомъ дѣлѣ, если AS искомая прямая, BD и CE разстоянія ея отъ B и C, то $BD^2 - EC^2 = к^2$; но при перемѣщеніи AS разность $BD^2 - EC^2$ будетъ постоянно увеличиваться или уменьшаться. Подбираемъ два радіуса r и R такъ, чтобы $R^2 - r^2 = к^2$ и этими радіусами описываемъ изъ B и C окружности. Затѣмъ изъ A проводимъ сѣкущую AS такъ, чтобы хорды FG (окружности C) и HS (окружности B) были равны (см. рѣшеніе зад. № 148). Прямая AS и будетъ искомой, такъ какъ изъ равенствъ

$$EF^2 = CF^2 - EC^2 \text{ и } BS^2 - BD^2 = DH^2$$

слѣдуетъ

$$BS^2 - BD^2 = CF^2 - EC^2,$$

откуда

$$BD^2 - EC^2 = BS^2 - CF^2 = к^2.$$

А. Байковъ (Москва); *М. Павловъ* (Винница).

№ 294 (2 сер.). Къ двумъ кругамъ, радіусы которыхъ R и r и разстояніе центровъ $= a$, проведены касательныя прямыя, (внѣшнія или внутреннія). Одна изъ нихъ касается первой окружности въ A, второй—въ B, а другая—первой въ C, второй въ D. Вычислить часть прямой AD, заключенную между окружностями.

Пусть E—точка пересѣченія касательныхъ, O и O′ центры окружностей, $OO' = a$, $AO = R$ и $BO' = r$. Пусть M и N пересѣченія OE съ AC и BD, X и У пересѣченія окружностей O и O′ съ AD.

Извѣстно, что

$$OE = \frac{aR}{R - r} \text{ и } O'E = \frac{ar}{R - r};$$

$$\left.\begin{array}{l} AB = \sqrt{a^2 - (R - r)^2}, \quad AE = \dfrac{R\sqrt{a^2 - (R - r)^2}}{R - r} \\ BE = \dfrac{r\sqrt{a^2 - (R - r)^2}}{R - r} \end{array}\right\} \ldots (1)$$

Въ $\triangle\triangle$-кахъ AEO и BEO′

$$AM.OE = AO.AE \text{ и } BN.O'E = BO'.BE.$$

Подставивъ въ послѣднія равенства величины (1), найдемъ:

$$AM=\frac{R\sqrt{a^2-(R-r)^2}}{a} \text{ и } BN=\frac{r\sqrt{a^2-(R-r)^2}}{a} \quad . \ . \ . \ (2)$$

Такъ какъ трапеція ABCD вписуема въ кругъ, то по теоремѣ Птоломея $AD^2=AB^2+AC.BD$, откуда, замѣтивъ, что $AB=\sqrt{a^2-[R-r]}$ и $AC=2AM$, $BC=2BN$ [изъ (2)] получимъ

$$AD=\frac{\sqrt{a^2-(R-r)^2}\,\sqrt{a^2+4Rr}}{a} \quad . \ . \ . \ (3)$$

DC—касательная къ окружности O, а DA—сѣкущая, слѣд. $DC^2=$ $=DA.DX$ и $AB^2=DA.AУ$, а такъ какъ $DC=AB$, то $DA.DX=$ $DA.AУ$ или $DX=AУ$, откуда

$$DУ=AX.$$

Изъ ур—ія $DC^2=DA.DX$ имѣемъ $DX=\frac{DC^2}{DA.}$ Подставивъ вмѣсто DC и DA найденныя величины, получимъ

$$DX=\frac{a\sqrt{a^2-(R-r)^2}}{\sqrt{a^2+4Rr}}.$$

Далѣе находимъ

$$AX=AD-DX=\frac{4Rr\sqrt{a^2-(R-r)^2}}{a\sqrt{a^2+4Rr}}.$$

и наконецъ

$$XУ=DX-DУ=\frac{(a^2-4Rr)\sqrt{a^2-(R-r)^2}}{a\sqrt{a^2+4Rr}}.$$

Рѣшая точно такимъ же пріемомъ задачу въ случаѣ внутреннихъ касательныхъ, найдемъ

$$XУ=\frac{(a^2+4Rr)\sqrt{a^2-(R+r)^2}}{a\sqrt{a^2-4Rr}}.$$

П. К...ій (?); *К. Щиголе*въ (Курскъ).

№ 312. (2 сер.). Показать, что

$$tg\alpha=\frac{\sqrt{1+\sin 4\alpha}+\sqrt{1-\sin 4\alpha}}{\sqrt{1+\sin 4\alpha}-\sqrt{1-\sin 4\alpha}+2}$$

извѣстно, что

$$tg\alpha=\sqrt{\frac{1-\cos 2\alpha}{1+\cos 2\alpha}}=\sqrt{\frac{1-\cos^2 2\alpha}{(1+\cos 2\alpha)^2}}=\frac{\sin 2\alpha}{1+\cos 2\alpha}$$

отсюда

$$\frac{tg\alpha+1}{tg\alpha-1}=\frac{\sin 2\alpha+\cos 2\alpha+1}{\sin 2\alpha-\cos 2\alpha-1}=\frac{\sqrt{1+\sin 4\alpha}+1}{\sqrt{1-\sin 4\alpha}-1}.$$

На основаніи извѣстнаго свойства пропорцій отсюда легко получимъ требуемое соотношеніе.

В. Перельцвейгъ (Полтава); *В. Костинъ* (Симбирскъ); *В. Баскаковъ* (Ив. Вознесенскъ); *К. Щиголевъ* (Курскъ); *О. Озаровская* (Спб.).

№ 313 (2 сер.). Дана окружность O и точка A. Чрезъ A проведена какая нибудь окружность, касательная къ окружности O въ точкѣ P. Въ A и P проведены касательныя къ этой окружности, пересѣкающіяся въ M. Опредѣлить геометрическое мѣсто точки M.

Изъ M радіусомъ MP проведемъ окружность, которая пересѣчетъ OA въ B. Такъ какъ OP касательная къ этой окружности, то $OP^2 = OA . OB$. Въ послѣднемъ равенствѣ величины OP и OA данныя, слѣд. $OB = \frac{OP^2}{OA} = \text{const.}$, т.-е. окружность, описанная изъ M радіусомъ MP проходитъ чрезъ постоянную точку B. Поэтому геометрическимъ мѣстомъ M будетъ перпендикуляръ къ линіи AB, возстановленный въ ея серединѣ.

В. Буханцевъ (Борисоглѣбскъ); *П. Хлѣбниковъ* (Тула); *К. Щиголевъ* (Курскъ).

Къ задачѣ № 426, помѣщенной въ № 155 «Вѣстника Опытн. Физики». Числа m и n предполагаются взаимно простыми.

Списокъ задачъ 1-й серіи, на которыя не было получено ни одного удовлетворительнаго рѣшенія *).

№ 475. Въ плоскости треугольника ABC найти точки M и N при условіи, что каждая изъ суммъ

$$MA + MB + MC \text{ и } \overline{NA}^2 + \overline{NB}^2 + \overline{NC}^2$$

есть наименьшая.

Д. Ефремовъ.

№ 514. Доказать, что если три дуги AD, BE, CF, проведенныя изъ вершинъ сферическаго треугольника ABC до пересѣченія съ противоположными сторонами, пересѣкаются въ одной точкѣ, то

$$\sin AE . \sin CD . \sin BF = \sin AF . \sin BD . \sin CE \ldots\ldots (\alpha).$$

Обратно: если на сторонахъ сферическаго треугольника BC, CA, AB взяты такія соотвѣтственно точки D, E, F, что имѣетъ мѣсто равенство (α), то дуги AD, BE, CF пересѣкаются въ одной точкѣ.

Указать слѣдствія.

П. Свѣшниковъ.

№ 529. Доказать, что дуги, проведенныя изъ вершинъ сферическаго треугольника перпендикулярно къ противоположнымъ сторонамъ, пересѣкаются въ одной точкѣ.

П. Свѣшниковъ.

*) См. В. О. Ф. № 155.

№ 536. Найти путь, по которому лучъ, выходя изъ одной данной точки и отразившись отъ сферическаго зеркала (вогнутаго или выпуклаго), пройдетъ черезъ вторую данную точку. Показать, что задача рѣшается при помощи циркуля и линейки въ слѣдующихъ трехъ случаяхъ:

a) когда данныя точки равноудалены отъ центра зеркала,

b) когда данныя точки лежатъ на одномъ діаметрѣ,

c) когда въ треугольникѣ, вершины котораго находятся въ данныхъ точкахъ и центрѣ, разность угловъ при данныхъ точкахъ равна прямому углу.

В. Ермаковъ.

№ 543. Опредѣлить коеффиценты a, b, c, d такъ, чтобы многочленъ

$$x^4+ax^3+bx^2+cx+d$$

для всѣхъ значеній x, заключающихся между двумя данными предѣлами $-h$ и $+h$, наименьше уклонялся отъ нуля, т. е. чтобы наибольшая абсолютная величина этого многочлена была возможно малою. *С. Гирманъ.*

№ 549. Доказать теорему: если перпендикуляры, опущенные изъ вершинъ треугольника ABC на стороны треугольника A′B′C′, пересѣкаются въ одной точкѣ, то и перпендикуляры, опущенные изъ вершинъ треугольника A′B′C′ на стороны треугольника ABC, также пересѣкаются въ одной точкѣ.

П. Свѣшниковъ.

№ 560. Даны двѣ окружности, пересѣкающіяся подъ прямымъ угломъ. Найти:

a) геометрическое мѣсто линій, которыя въ пересѣченіи съ данными окружностями давали-бы четыре гармоническія точки,

b) геометрическое мѣсто точекъ, изъ которыхъ четыре касательныя къ даннымъ окружностямъ образовали-бы гармоническій пучекъ.

А. Бобятинскій.

Конецъ XIII-го семестра.

Редакторъ-Издатель Э. К. Шпачинскій.

Дозволено цензурою. Одесса 1 Апрѣля 1893 г.
Типо-литографія „Одесскихъ Новостей“. Пушкинская, д. № 11.